

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-326740

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

(51)Int.Cl.

H04L 27/22

H03C 3/00

H03D 7/00

H04B 1/10

(21)Application number : 05-109560

(71)Applicant : N T T IDOU TSUUSHINMOU KK

(22)Date of filing : 11.05.1993

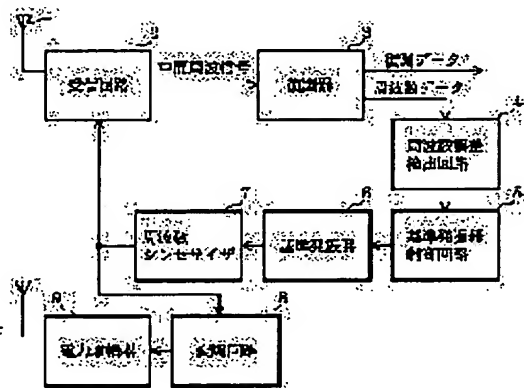
(72)Inventor : FUTAKATA TOSHIYUKI  
TAKAMI TADAO

## (54) MOBILE RADIO EQUIPMENT

## (57)Abstract:

PURPOSE: To stabilize an oscillating frequency of a reference oscillator with the accuracy equal to that for a stable transmission wave from a base station by obtaining a frequency error from control data for carrier reproduction.

CONSTITUTION: A frequency error based on an oscillating frequency error of a reference oscillator 6 is superimposed on an intermediate frequency signal received by a demodulator 3. The demodulator 3 provides an output of demodulation data and also an output of frequency data representing a frequency of a reproduced carrier. The frequency data are fed to a frequency error detection circuit 4, in which a frequency error with respect to the predetermined intermediate frequency signal frequency is detected. A reference oscillation control circuit 5 receiving the detection output generates a frequency error compensation signal to compensate the frequency error and inputs the signal to the reference oscillator 6 thereby controlling the oscillating frequency of the frequency reference signal till the frequency error reaches a predetermined error or below and making the oscillating frequency stable.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 角度変調されたディジタル無線信号を受信して中間周波信号を出力する受信回路と、この中間周波信号から受信信号を復調する復調器と、上記受信回路に局部発振周波数を供給する周波数シンセサイザと、この周波数シンセサイザの周波数基準となる信号を発生する基準発振器と、この基準発振器の発振周波数誤差により上記周波数シンセサイザを経由して上記中間周波信号に重畳された周波数誤差を検出する周波数誤差検出手段と、この周波数誤差検出手段の出力に基づいて上記基準発振器の発振周波数を制御する基準周波数制御手段とを備え、

上記復調器は上記中間周波信号の搬送波を再生する搬送波再生回路を含む移動無線機において、上記周波数誤差検出手段は上記搬送波再生回路における搬送波再生のための制御データから周波数誤差を求める手段を含むことを特徴とする移動無線機。

【請求項2】 角度変調されたディジタル無線信号を受信して中間周波信号を出力する受信回路と、この中間周波信号から受信信号を復調する復調器と、上記受信回路に局部発振周波数を供給する周波数シンセサイザと、この周波数シンセサイザの周波数基準となる信号を発生する基準発振器と、この基準発振器の発振周波数誤差により上記周波数シンセサイザを経由して上記中間周波信号に重畳された周波数誤差を検出する周波数誤差検出手段と、この周波数誤差検出手段の出力に基づいて上記基準発振器の発振周波数を制御する基準周波数制御手段とを備え、

上記復調器は上記中間周波信号を検波してシンボル位相データを出力する検波器を含む移動無線機において、上記周波数誤差検出手段は上記検波器が出力するシンボル位相データから周波数誤差を求める手段を含むことを特徴とする移動無線機。

【請求項3】 角度変調されたディジタル無線信号を受信して中間周波信号を出力する受信回路と、この中間周波信号から受信信号を復調する復調器と、上記受信回路に局部発振周波数を供給する周波数シンセサイザと、この周波数シンセサイザの周波数基準となる信号を発生する基準発振器と、この基準発振器の発振周波数誤差により上記周波数シンセサイザを経由して上記中間周波信号に重畳された周波数誤差を検出する周波数誤差検出手段と、この周波数誤差検出手段の出力に基づいて上記基準発振器の発振周波数を制御する基準周波数制御手段とを備え、

2

上記復調器は上記中間周波信号の搬送波を再生する搬送波再生回路を含む移動無線機において、上記復調器は上記搬送波再生回路における搬送波再生のための制御データあるいはその制御データにより得られる周波数データを出力する手段を含み、上記周波数誤差検出手段は、上記中間周波信号の周波数を測定する周波数カウンタと、この周波数カウンタが出力する計数値データと上記出力する手段からのデータとの一方を選択してそのデータから周波数誤差を求める手段とを含むことを特徴とする移動無線機。

【請求項4】 角度変調されたディジタル無線信号を受信して中間周波信号を出力する受信回路と、この中間周波信号から受信信号を復調する復調器と、上記受信回路に局部発振周波数を供給する周波数シンセサイザと、この周波数シンセサイザの周波数基準となる信号を発生する基準発振器と、この基準発振器の発振周波数誤差により上記周波数シンセサイザを経由して上記中間周波信号に重畳された周波数誤差を検出する周波数誤差検出手段と、この周波数誤差検出手段の出力に基づいて上記基準発振器の発振周波数を制御する基準周波数制御手段とを備え、

上記復調器は上記中間周波信号を検波してシンボル位相データを出力する検波器を含む移動無線機において、上記復調器は上記シンボル位相データあるいはそのシンボル位相データにより得られるデータを出力する手段を含み、上記周波数誤差検出手段は、上記中間周波信号の周波数を測定する周波数カウンタと、

この周波数カウンタが出力する計数値データと上記出力する手段からのデータとの一方を選択してそのデータから周波数誤差を求める手段とを含むことを特徴とする移動無線機。

【請求項5】 角度変調されたディジタル無線信号を受信して中間周波信号を出力する受信回路と、この中間周波信号から受信信号を復調する復調器と、上記受信回路に局部発振周波数を供給する周波数シンセサイザと、この周波数シンセサイザの周波数基準となる信号を発生する基準発振器と、この基準発振器の発振周波数誤差により上記周波数シンセサイザを経由して上記中間周波信号に重畳された周波数誤差を検出する周波数誤差検出手段と、この周波数誤差検出手段の出力に基づいて上記基準発振器の発振周波数を制御する基準周波数制御手段とを備え、

上記復調器は上記中間周波信号の搬送波を再生する搬送波再生回路を含む移動無線機において、

上記周波数誤差検出手段は、

上記受信回路が出力する中間周波信号と上記搬送波再生回路の出力する再生搬送波信号との一方を選択する手段と、

選択された信号周波数を測定する周波数カウンタと、

この周波数カウンタの計数値から上記基準発振器の発振周波数誤差を求める手段とを含むことを特徴とする移動無線機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は角度変調を用いたデジタル移動無線通信に利用する。特に、搬送波ドリフトを小さく抑える必要のある通信方式に適した移動無線機に関する。本発明はUHF帯のデジタル移動無線通信に利用するに適する。

【0002】

【従来の技術】 角度変調により通信を行う場合、搬送波ドリフトがあると伝送品質が著しく低下する。通過帯域内の伝送特性についてみると、伝送信号の歪み、周波数特性の劣化、誤り率の劣化などの特性劣化がおきる。また、帯域外の伝送特性では、隣接チャネルへの漏洩電力が増加する。これを防ぐためには、(1)チャネル配置を伝送帯域幅に比べて十分に広い間隔のものにする、

(2)搬送波ドリフトの原因となる局部発振器や変調器の安定度を高める、(3)搬送波ドリフトを検出し、希望する搬送波周波数に自動調整するのいずれかの方法が取られている。

【0003】 しかし、(1)の方法では、今後の通信量の増大に対し有効な無線周波数がますます限られてくることを考えると、特にひとつの無線周波数をひとつの通話チャネルに割り当てる通信方式では、チャネル配置を広い間隔でとることは困難である。また、多重通信その他の広い伝送帯域を必要とする通信方式においても、昨今の無線周波数の逼迫から多値変調その他の技術による伝送帯域幅の狭小化が進められており、搬送波ドリフトの余裕を実現するために無線チャネル間隔を広くすることは困難である。

【0004】 (2)の方法は、固定無線通信方式のように高安定の発振器を用いることのできる場合は問題とならない。しかし、移動通信方式のように小型で簡便な移動無線機が要求される場合には問題となる。一般に移動無線機では、比較的低周波数で安定に発振する水晶発振器を基準発振器とし、搬送波帯域周波数の信号を得るために、電圧制御発振器に位相同期をかけるか、または、ダイレクトデジタルシンセサイザにより位相同期のとれた搬送波を直接に発振することにより、一つあるいは複数の局部発振信号を発生する構成としている。この場合に、基準発振器として用いられる水晶発振器の安定性

が問題となる。

【0005】 温度変化に対する安定性を高めた水晶発振器としては、温度補償水晶発振器(TCXO: Temperature Compensated Crystal Oscillator)が知られている。しかし、移動通信機器に装備するという制約条件下で大量生産を考慮した場合、現実的な安定度としては1.5~2ppm程度が限界と考えられる。また、水晶の発振周波数の温度変化をメモリに記憶させておき、温度検出素子からの温度情報をもとに容量アレーを制御して周波数制御を行う水晶発振器(DTCXO: Digitally Temperature Compensated Crystal Oscillator)も実用化され、温度変化に対する補償精度を0.5ppm以下とすることが可能となっている。しかし、いずれの発振器も経年変化に対する発振周波数の補償を行うことはできない。(3)の方法としては、高い周波数精度を有する受信波に局部発振器を周波数同期させる方法が一般的である。この方法の従来例を以下に説明する。

【0006】 図8はアナログ角度変調を用いた移動通信方式で用いられる一般的な周波数安定化機能を有する移動無線機の構成例を示す。

【0007】 周波数が安定な基地局送信波をアンテナ1で受信して受信回路2により中間周波信号に周波数変換し、この中間周波信号を雑音除去回路10に通過させる。雑音除去回路10としては例えば帯域通過フィルタを用いる。中間周波信号には、基準発振器6の発振周波数誤差が周波数シンセサイザ7を経由して重畳されている。この中間周波信号を周波数カウンタ11で測定し、その測定結果を周波数誤差検出回路4に入力する。周波数誤差検出回路4は、この測定結果をあらかじめ設定された中間周波信号周波数と比較し、周波数誤差を検出する。検出された周波数誤差は、基準発振器制御回路5に入力される。基準発振器制御回路5は、周波数誤差を補償するための周波数誤差補償信号を生成し、これを基準発振器6に入力して、周波数誤差があらかじめ定められた値以下となるまで基準発振器6の発振周波数を制御する。

【0008】 このようにして安定化された基準発振器6の出力信号は、一つあるいは複数設けられた周波数シンセサイザ7に供給される。周波数シンセサイザ7の出力は、受信回路2において受信波の周波数変換を行うための局部発振信号として用いられると共に、変調回路8において送信信号を無線周波数に周波数変換するための局部発振信号としても用いられる。変調回路8の出力は、電力増幅器9を介して無線区間に送出される。周波数シンセサイザ7を変調回路8の局部発振器として共用することにより、移動無線機の実用周波数についても、安定な基地局送信周波数精度と同じ程度に安定化することができる。

【0009】 図9は変調回路8の構成例を示す。変調入力端子81にはベースバンド帯域の信号が入力され、角

5

度変調器82はこの信号により角度変調信号を生成する。局部発振信号入力端子83には周波数シンセサイザ7からの局部発振信号が入力され、ミキサ84は角度変調器82の出力を所望の搬送波周波数に周波数変換し、変調出力端子85に出力する。ここでは局部発振信号入力端子83およびミキサ84さらには周波数シンセサイザ7が一段構成の場合を示したが、これらを多段構成とし、順次周波数変換を行って所望の搬送波周波数を得ることもできる。また、所望の搬送波周波数の局部発振信号を直接変調することもできる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 アナログ角度変調を用いる場合には、中間周波信号を周波数カウンタで計数することで高精度の周波数測定が可能である。しかし、デジタル信号を伝送する例えばFSK、PSKなどのデジタル変調方式の場合には、伝送するデータのパタンによってシンボルごとの位相偏移が偏るため搬送波周波数が偏移し、カウンタでの測定では誤差が生じる場合がある。これはデータ系列がランダムである場合においては無視しうる値であるが、一部でも変調位相遷移の偏りをもつ特定パタンのデータが存在する場合においては搬送波周波数が偏移し、測定誤差を生じる。このことから、中間周波信号の周波数測定値をもとに基準発振器を制御すると、基準発振器の出力にもこの測定誤差が重畳され、所望の周波数安定度が得られない問題があった。

【0011】これを解決する技術として、特願平5-63762号（本願出願時未公開、以下「先の出願」という）には、復調器における再生搬送波の周波数が変調データ系列の影響を受けないことを利用して、復調器から出力される再生搬送波周波数を周波数カウンタにより計数して中間周波信号の周波数ドリフトを正確に測定する技術が開示されている。

【0012】本発明は、先の出願に開示された技術をさらに改善し、高精度に周波数安定化を行うことのできる移動無線機を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明の第一の観点によると、復調器内の搬送波再生回路における搬送波再生のための制御データから周波数誤差を求める手段を備えたことを特徴とする移動無線機が提供される。搬送波再生回路が固定周波数の信号を分周して再生搬送波信号を生成する場合には、その分周比データを用いることがよい。

【0014】本発明の第二の観点によると、復調器内の検波器が出力するシンボル位相データから周波数誤差を求める手段を備えたことを特徴とする移動無線機が提供される。

【0015】本発明の第三の観点によると、復調器は搬送波再生回路における搬送波再生のための制御データあるいはその制御データにより得られる周波数データを出

6

力する構成であり、中間周波信号の周波数を測定する周波数カウンタと、この周波数カウンタが出力する計数値データと復調器からのデータとの一方を選択してそのデータから周波数誤差を求める手段とを備えたことを特徴とする移動無線機が提供される。

【0016】本発明の第四の観点によると、復調器はシンボル位相データあるいはそのシンボル位相データにより得られるデータを出力する構成であり、中間周波信号の周波数を測定する周波数カウンタと、この周波数カウンタが出力する計数値データと復調器からのデータとの一方を選択してそのデータから周波数誤差を求める手段とを備えたことを特徴とする移動無線機が提供される。

【0017】本発明の第五の観点によると、受信回路が出力する中間周波信号と復調器の再生搬送波信号との一方を選択する手段と、選択された信号周波数を測定する周波数カウンタと、この周波数カウンタの計数値から基準発振器の発振周波数誤差を求める手段とを備えたことを特徴とする移動無線機が提供される。

【0018】

【作用】 デジタル通信用の移動無線機に装備される復調器としては、一般に、同期検波器、適応同期検波器、遅延検波器などが知られている。これらは個別のアナログ部品およびデジタル部品を組み合わせることで実現することもできるが、一般には小型化、軽量化、無調整化を図るために論理回路などによりLSI化されている。

【0019】同期検波器および適応同期検波器は、受信変調波を検波するための位相基準を得るために搬送波再生回路を備えており、局部発振器の周波数ドリフトに追従して復調動作が可能である。また、遅延検波器の場合には、搬送波周波数誤差がシンボル位相の回転として検出されることが知られている。これらの復調器では、変調データ系列のランダム化が完全でなくとも、再生搬送波周波数あるいはシンボル位相回転から検出される周波数誤差が変調データのパタンに依存することはない。そこで、これを利用して周波数誤差を検出する。

【0020】搬送波再生のための制御データから周波数誤差を求める場合には、高速かつ高精度な周波数安定化を実現できるだけでなく、周波数カウンタが不要となるため回路規模を小型化できる。

【0021】シンボル位相データから周波数誤差を求める場合には、一定の時間内の位相回転量から周波数誤差を検出して基準発振器の発振周波数誤差を補償する。この場合にも高精度な周波数安定化を実現できるだけでなく、周波数カウンタが不要となり回路規模を小型化できる。

【0022】周波数誤差を検出するために中間周波信号の周波数と復調器からのデータとのいずれかを選択できる場合には、例えばまず中間周波信号の周波数誤差の測定結果から復調器が追従可能な周波数範囲となるように基準発振器の発振周波数を制御し、その後に復調器から

出力されるデータから周波数誤差を検出する。これにより、復調器の追従範囲を越えるような基準発振器の周波数誤差に対しても精度な周波数安定化が可能となる。

【0023】中間周波信号と再生搬送波周波数との一方を選択して周波数カウンタにより計測する場合にも同様に、まず中間周波信号の周波数誤差の測定結果から復調器が追従可能な周波数範囲となるように基準発振器の発振周波数を制御し、その後に再生搬送波周波数を周波数カウンタで測定して周波数誤差を検出する。これにより、復調器の追従範囲を越えるような基準発振器の周波数誤差に対しても精度な周波数安定化が可能となる。

【0024】

【実施例】図1は本発明第一実施例の移動無線機を示すブロック構成図であり、図2は復調器内の搬送波再生回路を示すブロック構成図である。

【0025】この移動無線機は、角度変調されたデジタル無線信号をアンテナ1により受信して中間周波信号を出力する受信回路2と、この中間周波信号から受信信号を復調する復調器3と、受信回路2に局部発振周波数を供給する周波数シンセサイザ7と、この周波数シンセサイザ7の周波数基準となる信号を発生する基準発振器6と、この基準発振器6の発振周波数誤差により周波数シンセサイザ7を経由して中間周波信号に重畳された周波数誤差を検出する周波数誤差検出手段としての周波数誤差検出回路4と、この周波数誤差検出回路4の出力に基づいて基準発振器6の発振周波数を制御する基準発振器制御回路5とを備える。復調器3としては同期検波形または適応同期検波形のものを用い、その内部には中間周波信号の搬送波を再生する搬送波再生回路が設けられる。この移動無線機はまた、周波数シンセサイザ7の出力を搬送波として変調を行う変調回路8と、変調波を電力増幅する電力増幅器9とを備える。

【0026】ここで本実施例の特徴とするところは、搬送波再生回路における搬送波再生のための制御データに関連する数値が周波数データとして復調器3から出力され、周波数誤差検出回路4はこの周波数データから周波数誤差を求める構成であることにある。

【0027】復調器3内の搬送波再生回路としては、論理回路で構成された可変分周器の分周比を変化させて再生搬送波周波数を変化させる構成を用いることができる。この構成例を図2に示す。

【0028】この搬送波再生回路は、検波器31、制御回路32、固定発振器33および可変分周器34を備える。検波器31には中間周波信号が入力され、可変分周器34から供給される位相基準信号に基づいて中間周波信号を検波し、位相データを出力する。制御回路32は、この位相データから周波数誤差を検出し、可変分周器34の分周比を制御するため分周比データを出力する。可変分周器34は、この分周比データにしたがって固定発振器33の出力を分周し、検波器31に位相基準

信号を出力する。この位相基準信号に再生搬送波信号が含まれている。

【0029】この構成において、可変分周器34に入力される分周比データに対して出力周波数が一意に定まるので、この分周比データが表す数値を周波数データとして用いることができる。搬送波再生回路は中間周波信号の周波数ドリフトに追従するとともに一種の狭帯域フィルタとして機能し、変調成分による瞬時周波数変動を平均化するため、周波数データからあらかじめ定められた周波数に対する中間周波信号の周波数ドリフトを正確に検出することができる。

【0030】以下、本実施例の移動無線機の動作について説明する。

【0031】アンテナ1で受信された受信波は、受信回路2により中間周波信号に周波数変換され、復調器3に入力される。復調器3に入力される中間周波信号には、基準発振器6の発振周波数誤差に基づく周波数誤差が重畳されている。この周波数誤差が復調器3の追従範囲内であれば、再生搬送波の周波数は周波数誤差が重畳されている中間周波信号に追従する。復調器3は、復調データを出力するとともに、再生搬送波の周波数を表す周波数データを出力する。この周波数データは周波数誤差検出回路4に供給され、周波数誤差検出回路4は、あらかじめ定められた中間周波信号周波数に対する周波数誤差を検出する。検出出力は基準発振器制御回路5に供給される。基準発振器制御回路5は、周波数誤差を補償するために周波数誤差補償信号を生成し、これを基準発振器6に入力して周波数誤差があらかじめ定められた値以下となるまで周波数基準信号の発振周波数を制御し、安定化動作を行う。

【0032】本実施例では、復調器3における再生搬送波の周波数が変調データ系列の影響を受けないことを利用して中間周波信号の周波数誤差を検出している。このため、特定のデータパターンを有するデジタル変調波に対しても高精度の周波数安定化が可能となる。また、復調器3と周波数安定化機能を実現するための回路、すなわち周波数誤差検出回路4および基準発振器制御回路5とをすべて論理回路で構成でき、LSI化が容易である。このため、小型化、低消費電力化および無調整化が可能であり、移動無線機に適している。さらに本実施例は、再生搬送波周波数を周波数カウンタで測定する必要がないため、高速の周波数安定化動作が可能となる。さらに、周波数カウンタおよび雑音除去回路が不要となることから、回路規模を小さくできる利点がある。

【0033】図3は本発明第二実施例の移動無線機を示すブロック構成図である。この実施例は、復調器3内の検波器が出力するシンボル位相データから周波数誤差を求めることが第一実施例と異なる。すなわち、復調器3は中間周波信号を検波してシンボル位相データを出力する検波器を備え、周波数誤差検出回路4は、検波器が出



力するシンボル位相データあるいはそれを処理したデータから周波数誤差を求めるように構成される。

【0034】この実施例の周波数安定動作について説明する。復調器3から受信変調波を検波したシンボル位相データを取り出して周波数誤差検出回路4に入力し、その位相回転量からあらかじめ定められた中間周波信号周波数に対する周波数誤差を検出する。この場合、復調器3としては同期検波形、適応同期検波形あるいは遅延検波形のいずれを用いてもよい。周波数誤差検出回路4の出力信号は基準発振器制御回路5に入力される。基準発振器制御回路5は、周波数誤差を補償するために周波数誤差補償信号を生成し、これを基準発振器6に入力する。このようにして、周波数誤差があらかじめ定められた値以下となるまで基準発振器6の発振周波数を制御し、安定化を行う。

【0035】本実施例では、再生搬送波周波数を周波数カウンタを用いて測定する必要がないため、高速な周波数安定化動作が可能となる。さらに、周波数カウンタが不要であることから、回路規模を小さくできる利点がある。

【0036】図4は本発明第三実施例の移動無線機を示すブロック構成図である。この実施例は、復調器3の出力するデータと中間周波信号の計数値とを選択可能な構成としたことが第一実施例および第二実施例と異なる。すなわち、復調器3は搬送波再生回路における搬送波再生のための制御データまたは検波器からのシンボル位相データあるいはそれらのデータを処理して得られたデータを出力する構成であり、周波数誤差検出手段として、中間周波信号の周波数を測定する周波数カウンタ11と、この周波数カウンタ11が出力する計数値データと復調器3からのデータとの一方を選択してそのデータから周波数誤差を求めるための信号選択回路12および周波数誤差検出回路4を備える。受信回路2と周波数カウンタ11の間には雑音除去回路10が挿入される。

【0037】以下に本実施例の移動無線機の動作について説明する。本実施例は、復調器3の追従範囲を越えるような周波数ドリフト補償に利用できる。

【0038】第一実施例と同様に、受信変調波は受信回路2により中間周波信号に周波数変換される。信号選択回路12は初期状態では中間周波信号の側に接続される。中間周波信号は雑音除去回路10を通過して周波数カウンタ11により周波数測定される。このとき、測定周波数には基準発振器6の発振周波数誤差による誤差と変調データ系列の影響による周波数偏移とが含まれているが、比較的広範囲の中間周波信号周波数を検出することができる。測定結果は周波数誤差検出回路4に入力され、この周波数誤差検出回路4は、あらかじめ定められた中間周波信号周波数に対する周波数誤差を検出して周波数誤差信号を出力する。この周波数誤差信号は基準発振器制御回路5に入力され、基準発振器制御回路5は基

準発振器6の発振周波数誤差を補償する。このとき、中間周波数測定値に含まれる誤差に相当する分の発振周波数誤差が残留するが、一般にデジタル通信の変調信号は疑似ランダム系列によってスクランブルがかけられているため、残留周波数誤差は復調器3の追従範囲内程度に収められる。

【0039】次に信号選択回路12は、周波数誤差検出回路4への接続を復調器3側に切り替える。周波数誤差検出回路4は、復調器3からのデータに基づいて周波数誤差を検出し、周波数誤差信号を出力する。この周波数誤差信号は基準発振器制御回路5に入力され、基準発振器制御回路5は、周波数誤差を補償するための周波数誤差補償信号を生成してこれを基準発振器6に入力し、周波数誤差があらかじめ定められた値以下となるまで基準発振器6の発振周波数を制御する。

【0040】また、信号選択回路12の初期状態として、復調器3から出力されるデータを選択することとしてもよい。この場合、周波数誤差が小さく、始めから復調器3の追従範囲内にあるときには、周波数安定化に要する時間を短縮できる。

【0041】本実施例は、中間周波信号の周波数誤差が復調器3の追従範囲を越える場合が予想される場合に利用できる。中間周波信号の周波数誤差の大きさが復調器3の追従範囲外であった場合にも周波数安定化が可能となるように、周波数測定範囲の広い周波数カウンタを用いて中間周波信号の周波数誤差を測定し、復調器3が追従可能な誤差範囲となるまで大まかな補償を行う。その後、復調器3の再生搬送波周波数データから周波数誤差を検出して高精度の誤差補償を行う。したがって、より広い範囲の周波数誤差に対しても高精度な周波数安定化動作が可能となる。

【0042】この実施例では周波数誤差検出回路4が復調器3の出力データと周波数カウンタ11の出力とのどちらからも周波数誤差を検出できるものとしたが、出力データ形式が異なっているため異なる処理が必要となる場合もある。その場合には、それぞれから周波数誤差を検出し、その検出結果を選択してもよい。

【0043】図5は本発明第四実施例の移動無線機を示すブロック構成図である。この実施例は、復調器3からのデータではなく再生搬送波信号から周波数誤差を検出することが第三実施例と異なる。すなわち、受信回路2が出力する中間周波信号と復調器3内の搬送波再生回路が出力する再生搬送波信号との一方を選択する手段として信号選択回路12を備え、選択された信号周波数を測定する周波数カウンタ11を備え、この周波数カウンタ11の計数値から基準発振器6の発振周波数誤差を求める手段として周波数誤差検出回路4を備える。受信回路2と信号選択回路12の間には雑音除去回路10が挿入される。

【0044】以下に本実施例の移動無線機の動作について

て説明する。本実施例は、復調器3の追従範囲を越えるような周波数ドリフト補償に利用できる。

【0045】第一実施例と同様に、受信変調波は受信回路2により中間周波信号に周波数変換される。信号選択回路12は初期状態では中間周波信号の側に接続される。中間周波信号は雑音除去回路10および信号選択回路12を通過して周波数カウンタ11により周波数測定される。このとき、測定周波数には基準発振器6の発振周波数誤差による誤差と変調データ系列の影響による周波数偏移とが含まれているが、比較的広範囲の中間周波信号周波数を検出することができる。測定結果は周波数誤差検出回路4に入力され、この周波数誤差検出回路4は、あらかじめ定められた中間周波信号周波数に対する周波数誤差を検出して周波数誤差信号を出力する。この周波数誤差信号は基準発振器制御回路5に入力され、基準発振器制御回路5は基準発振器6の発振周波数誤差を補償する。このとき、中間周波数測定値に含まれる誤差に相当する分の発振周波数誤差が残留するが、一般にデジタル通信の変調信号は疑似ランダム系列によってスクランブルがかけられているため、残留周波数誤差は復調器3の追従範囲内程度に収められる。

【0046】次に信号選択回路12は、周波数カウンタ11への接続を復調器3側の再生搬送波出力に切り替え、再生搬送波周波数の測定を行う。この周波数カウンタ11の出力を周波数誤差検出回路4に入力し、あらかじめ定められた中間周波信号周波数との比較を行って周波数誤差を検出する。周波数誤差検出回路4の出力は基準発振器制御回路5に入力され、基準発振器制御回路5は、周波数誤差を補償するための周波数誤差補償信号を生成してこれを基準発振器6に入力し、周波数誤差があらかじめ定められた値以下となるまで基準発振器6の発振周波数を制御する。

【0047】また、信号選択回路12の初期状態として、復調器3から出力される再生搬送波を選択することとしてもよい。この場合、周波数誤差が初めから復調器3の追従範囲内にあるときには、周波数安定化に要する時間を短縮できる。

【0048】本実施例は、中間周波信号の周波数誤差が復調器3の追従範囲を越える場合が予想される場合に利用できる。中間周波信号の周波数誤差の大きさが復調器3の追従範囲外であった場合にも周波数安定化が可能となるように、周波数測定範囲の広い周波数カウンタを用いて中間周波信号の周波数誤差を測定し、復調器3が追従可能な誤差範囲となるまで大まかな補償を行う。その後、復調器3の再生搬送波周波数データから周波数誤差を検出して高精度の誤差補償を行う。したがって、より広い範囲の周波数誤差に対しても高精度な周波数安定化動作が可能となる。

【0049】図6は本発明第五実施例の移動無線機を示すブロック構成図である。この実施例は、復調器3から

出力された復調データ系列から復調器の誤り込みを検出して中間周波信号の周波数誤差の大きさおよび方向を出力する誤り込み検出回路13を備えたことが第一実施例および第二実施例と異なる。

【0050】第一ないし第四実施例はそれぞれ、ある程度の範囲の周波数誤差に対して高精度な周波数安定化が可能である。しかし、移動無線機に装備できるTCXOに対しては部品コストやサイズその他の制約が大きく、周波数安定度の向上には限度がある。また、局部発振器としての周波数シンセサイザは、TCXOに同期して発振するため、搬送波周波数が高くなるにつれて周波数誤差が拡大する。このため、これによる受信変調波の位相回転が本来の変調位相遷移と区別できない程度にまで達すると、復調器が追従可能な周波数ドリフトの範囲を越えてしまい、データの復調が正常に行われなくなってしまう。例えば、ビットレート $f_b$ のQPSK変調の場合、1シンボル時間内の位相反転が $\pm\pi/4$ ラジアンすなわち $f_b/16$  [Hz]を越える周波数ドリフトに追従することはできない。この値は $f_b$ が40 kbit/sec程度のQPSK伝送システムでは約2.5 kHzとなる。これは比較的高い搬送波周波数、例えば1.5 GHz帯で使用される移動無線機の基準発振器に要求される周波数安定度に換算すると1.7 ppmに相当する。基準発振器に用いられるTCXOは、温度特性、電源電圧特性、および経時変化による長期安定度を考慮すると、1.7 ppm以下の周波数安定度を確保しつつ、移動無線機として要求される低コスト、小型軽量、低消費電力といった特性をすべて満足することは困難である。

【0051】そこで本実施例では、中間周波信号の周波数誤差周波数が復調器3の追従範囲となった場合には、それを誤り込み検出回路13により検出して周波数安定化を行う。この動作について以下に説明する。

【0052】第一実施例または第二実施例と同様に、受信変調波は受信回路2により中間周波信号に周波数変換され、復調器3に入力される。復調器3は復調データを出力するとともに、周波数データまたはシンボル位相データを出力する。復調器3の出力した復調データは誤り込み検出回路13に入力される。

【0053】中間周波信号の周波数誤差が大きく、これによる受信変調波の位相回転が本来の変調位相遷移と区別がつかない程度にまで達すると、復調器3では誤り込みによる疑似同期現象が起こり、常に一定方向へシンボル判定を誤るため、復調データ系列に一定の変換が生じる。例えば、フレーム同期語などのように特定のデータパターンを有する信号は周波数誤差の正負方向に応じて一義的に別のデータパターンに変換される。誤り込み検出回路13では、これらのデータパターンを記憶しておき、これと復調データ系列との一致検出あるいは相関検出を行うことにより、復調器の誤り込み状態を検出する。



【0054】誤引込み検出回路13としてデジタル通信用の一般の移動無線機に備えられているフレーム同期語検出回路を利用してもよく、それより小さい回路規模で実現することもできる。また、周波数ドリフトによる受信変調波の正負の位相回転方向に応じたデータパターンに対して一致検出あるいは相関検出を行えば、周波数ドリフトの方向を判定し、その判定結果を周波数誤差検出信号として出力することもできる。

【0055】周波数誤差が大きい場合には、誤引込み検出回路13から周波数誤差検出信号を出力し、基準発振器制御回路5はこの周波数誤差検出信号に基づいて基準発振器6の周波数の補償を行う。また、周波数誤差が小さい場合には、誤引込み検出回路13からは周波数誤差検出信号は出力されない。ただし、正常なフレーム同期語などのデータパターンが検出されたことを示す信号を出力する構成とすることもできる。このとき周波数誤差検出回路4が復調器3から出力される周波数データあるいはシンボル位相データから再生搬送波の周波数誤差を検出し、基準発振器制御回路5からの制御信号により基準発振器6の発振周波数の補償を行う。

【0056】本実施例は、中間周波数の周波数誤差が復調器3の追従範囲外であった場合にも周波数安定化が可能となるように、周波数安定化動作の当初は誤引込み検出回路13から出力される周波数誤差検出信号を監視し、ここで大きな周波数誤差が検出された場合には、復調器3が追従可能な誤差範囲となるように基準発振器制御回路5が補償信号を生成する。その後、復調器3から出力される周波数データあるいはシンボル位相データから搬送波周波数誤差を高精度に検出し、基準発振器6の発振周波数を制御して周波数を安定化する。

【0057】このように、本実施例は、より広い範囲の周波数誤差に対しても高精度な周波数安定化動作が可能である。

【0058】図7は第五実施例の修正例を示す。この例は、復調器3からの周波数データあるいはシンボル位相データから周波数誤差を求める代わりに、復調器3からの再生搬送波を周波数カウンタ11により測定することが第五実施例と異なる。

【0059】第五実施例と同様に、受信変調波は受信回路2により中間周波信号に周波数変換され、復調器3に入力される。復調器3は復調データを出力するとともに、再生搬送波を出力する。復調器3の出力した復調データは誤引込み検出回路13に入力される。

【0060】中間周波信号の周波数誤差が大きい場合には、誤引込み検出回路13から周波数誤差検出信号を出力し、基準発振器制御回路5がこの周波数誤差検出信号に基づいて基準発振器6の周波数の補償を行う。また、周波数誤差が小さい場合には、誤引込み検出回路13からは周波数誤差検出信号は出力されない。ただし、正常なフレーム同期語などのデータパターンが検出されたこと

を示す信号を出力する構成とすることもできる。このときには、周波数カウンタ11により再生搬送波の周波数を測定し、その測定値から周波数誤差検出回路4により周波数誤差を検出し、基準発振器制御回路5により基準発振器6の発振周波数の補償を行う。

【0061】本実施例は、誤引込み検出回路13から出力される周波数誤差検出信号を監視し、ここで大きな周波数誤差が検出された場合には、復調器3が追従可能な誤差範囲となるように基準発振器制御回路5が補償信号を生成する。その後、復調器3から出力される再生搬送波の周波数誤差を周波数カウンタ11を用いて高精度に測定し、基準発振器6の発振周波数を制御して周波数を安定化する。

【0062】この場合にも第五実施例と同様に、広い範囲の周波数誤差に対して高精度な周波数安定化動作が可能となる。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の移動無線機は、搬送波再生のための制御データから周波数誤差を求めることにより、搬送波周波数の誤差を高精度に測定でき、基準発振器の発振周波数を安定な基地局送信波と同等の精度で安定化することができる。また、周波数カウンタを用いなくても再生搬送波周波数誤差を検出できるので、回路の小規模化および高速周波数安定化が可能となる。

【0064】また、復調器から出力される受信変調波のシンボル位相データを用いてシンボル位相の回転量から周波数誤差を検出する場合には、周波数カウンタを用いなくても再生搬送波周波数誤差を検出でき、回路の小規模化および高速周波数安定化が可能となる。

【0065】周波数誤差を検出するために中間周波信号の周波数と復調器からのデータとのいずれかを選択して用いる場合には、復調器の追従範囲を越えるような基準発振器の周波数誤差に対しても高精度な周波数安定化が可能となる。すなわち、まず中間周波信号の周波数誤差の測定結果から復調器が追従可能な周波数誤差の範囲となるように基準発振器の発振周波数を制御し、その後に再生搬送波データから周波数誤差を検出して補償することができる。

【0066】中間周波信号と再生搬送波周波数との一方を選択して周波数カウンタにより計測する場合にも同様に、まず中間周波信号の周波数誤差の測定結果から復調器が追従可能な周波数範囲となるように基準発振器の発振周波数を制御し、その後に再生搬送波周波数を周波数カウンタで測定して周波数誤差を検出する。これにより、復調器の追従範囲を越えるような基準発振器の周波数誤差に対しても高精度な周波数安定化が可能となる。

【0067】さらに、基準発振器の周波数誤差が復調器の追従範囲を越えた場合に誤引込みによる復調データの

と方向を判定する場合には、復調器の追従範囲を越えるような周波数誤差に対しても高精度な周波数安定化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第一実施例の移動無線機を示すブロック構成図。

【図2】復調器内に設けられる搬送波再生回路の一例を示すブロック構成図。

【図3】本発明第二実施例の移動無線機を示すブロック構成図。

【図4】本発明第三実施例の移動無線機を示すブロック構成図。

【図5】本発明第四実施例の移動無線機を示すブロック構成図。

【図6】本発明第五実施例の移動無線機を示すブロック構成図。

【図7】第五実施例の修正例を示すブロック構成図。

【図8】従来例の移動無線機を示すブロック構成図。

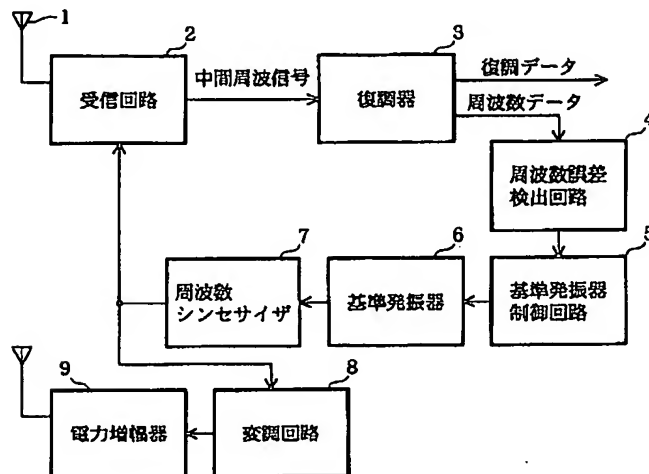
【図9】変調回路の構成例を示す図。

【符号の説明】

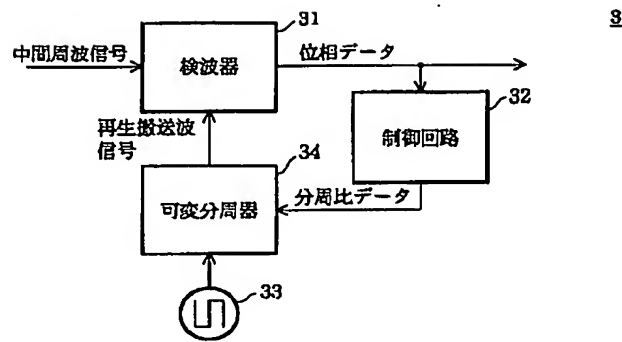
1 アンテナ

- 2 受信回路  
3 復調器  
4 周波数誤差検出回路  
5 基準発振器制御回路  
6 基準発振器  
7 周波数シンセサイザ  
8 変調回路  
9 電力増幅器  
10 雑音除去回路  
11 周波数カウンタ  
12 信号選択回路  
13 誤り込み検出回路  
31 検波器  
32 制御回路  
33 固定発振器  
34 可変分周器  
81 変調入力端子  
82 角度変調器  
83 局部発振信号入力端子  
20 84 ミクサ  
85 変調出力端子

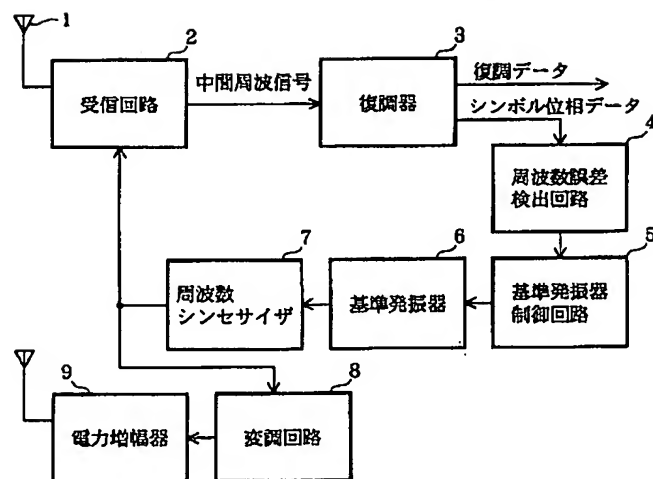
【図1】



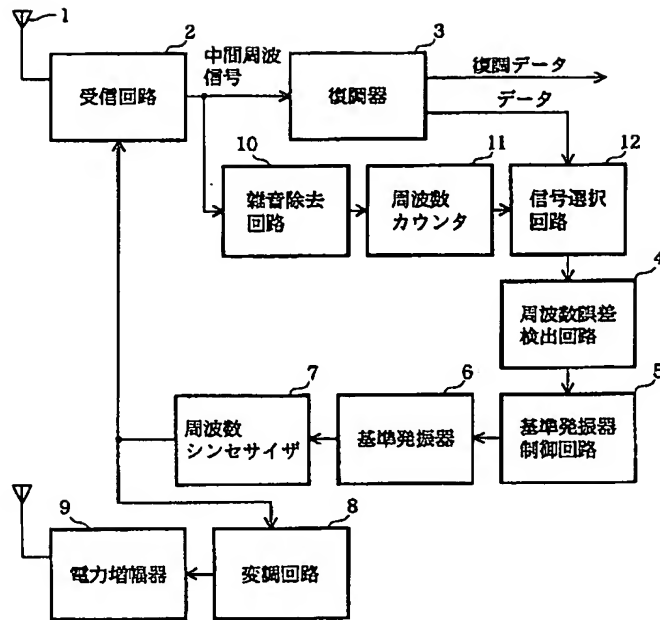
【図2】



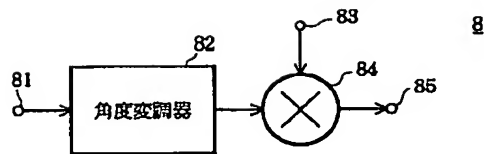
【図3】



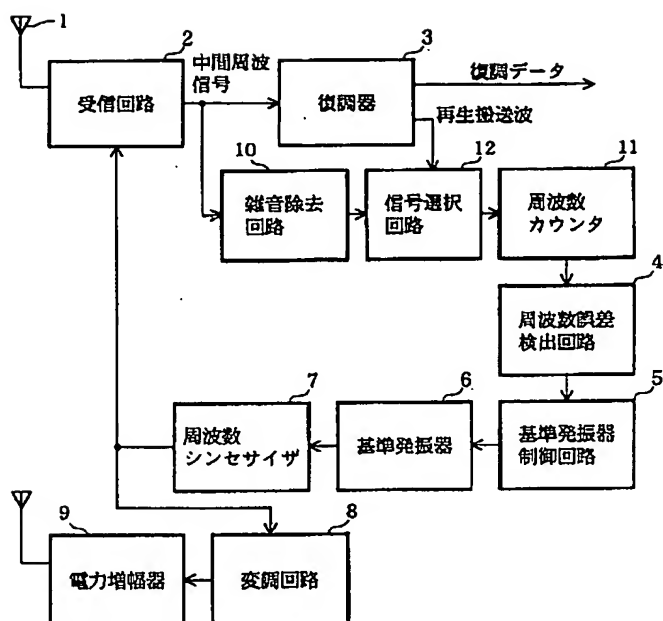
【図4】



【図9】

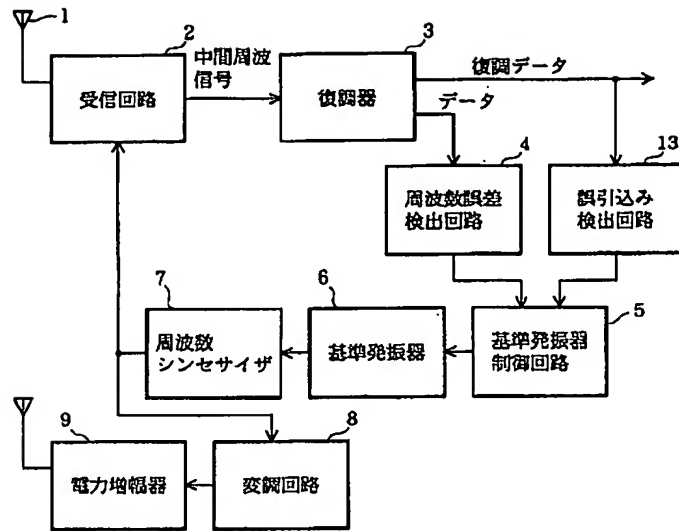


【図5】

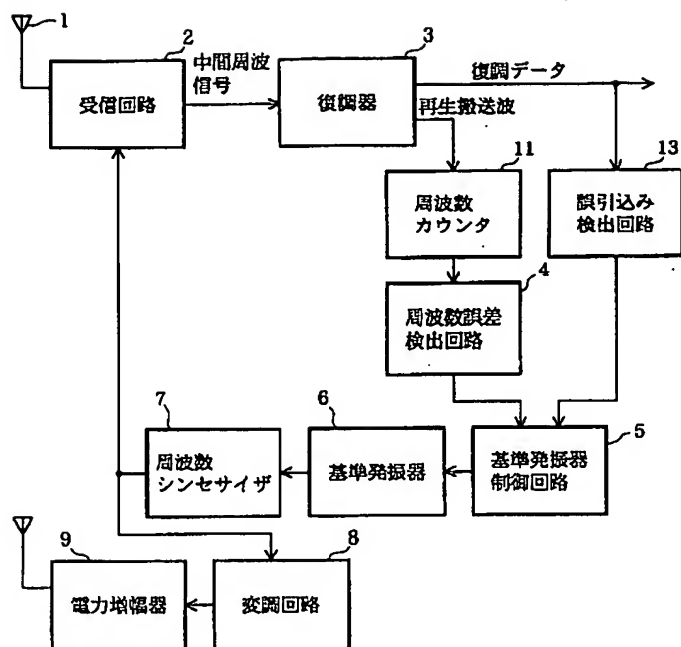




【図6】



【図7】



〔図8〕

